

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-255993
(P2001-255993A)

(43)公開日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 6 F 3/03	3 4 0	C 0 6 F 3/03	3 4 0 5 B 0 6 8
	3/00		3/00 6 2 0 D 5 B 0 8 7
	3/033		3/033 3 1 0 Y 5 E 5 0 1
G 0 9 B 21/00		C 0 9 B 21/00	B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-65947(P2000-65947)

(22)出願日 平成12年3月10日(2000.3.10)

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者 樋口 俊郎

神奈川県横浜市都筑区住田東3-4-26

(72)発明者 館 ▼璋▲

茨城県つくば市梅園2-31-14

(72)発明者 奈良 高明

東京都文京区湯島1-2-12-1104

(72)発明者 高崎 正也

東京都練馬区富士見台3-8-4

(74)代理人 100089635

弁理士 清水 守

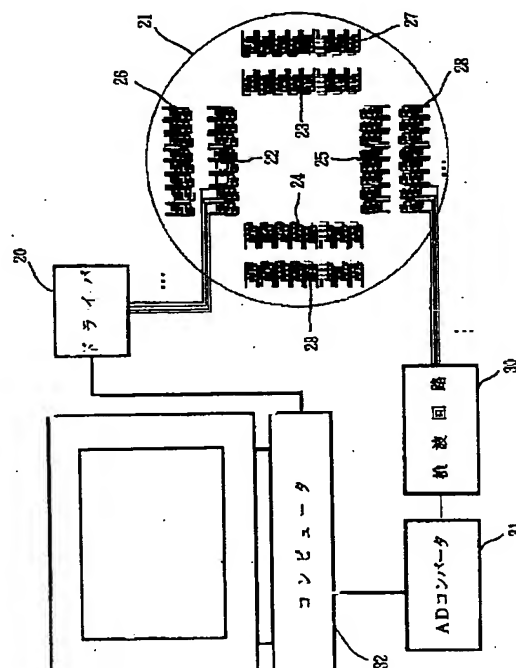
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弾性波を用いたコンピュータ入出力装置

(57)【要約】

【課題】 弾性表面波、もしくはラム波を用いることにより、触覚を介した小型かつ簡便な弾性波を用いたコンピュータ入出力装置を提供する。

【解決手段】 弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、駆動用電極22、23、24、25を備えた弾性波基板21と、この弾性波基板21上に配置される微小鋼球を有する触感部を備え、この触感部の上面のなぞり動作により前記弾性波基板表面の振動を操作者に伝えることにより出力装置として機能し、前記操作者の操作力が弾性波の伝搬に与える影響を電極により検出することにより入力装置として機能させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 駆動検出用電極を備えた弾性波基板と、(b) 該弾性波基板上に配置される微小固体を有する触感部を備え、(c) 該触感部の上面のなぞり動作により前記弾性波基板表面の振動を操作者に伝えることにより出力装置として機能し、(d) 前記操作者の操作力が弾性波の伝搬に与える影響を電極により検出することにより入力装置として機能させることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項2】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波は弾性表面波又はラム波であることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項3】 請求項2記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性表面波はレイリー波であることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項4】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動が該弾性波基板上に励振する進行波であり、該進行波を前記触感部を介して操作者に伝達し、任意の固体表面をなぞったときに発生する力を擬似的に表現することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項5】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動が該弾性波基板上に励振する進行波もしくは定在波による駆動力もしくは摩擦力の大きさの変化を前記触感部を介して操作者に伝達し、任意の固体表面の表面粗さを擬似的に表現することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項6】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記駆動検出用電極に印加される、駆動交流電圧の振幅に変調をかけて任意の振動振幅を励振することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項7】 請求項6記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記駆動交流電圧の振幅変調の波形および周期を変化させて、任意の固体表面粗さを擬似的に表現することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項8】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上の振動分布を時間的・空間的に変化させ、任意の固体表面模様を擬似的に表現することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項9】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で前記弾性波基板をなぞった際に、なぞる速度に応じて弾性波基板上の振動分布を時間的に変化させ、任意の固体表面模様を擬似的に表現することを特徴とする弾性波を用いたコンピ

ータ入出力装置。

【請求項10】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上に微小な振動領域を分布させて点字モニタとすることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項11】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で弾性波基板を押さえた際に、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、押さえる力の向きと大きさを入力することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項12】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で弾性波基板を押さえた際に、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、押さえている弾性波基板上の位置を入力することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項13】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、任意の固体を弾性波基板に押さえつけ、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、固体表面の剛性もしくは弾性を入力することを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項14】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上の振動を前記触感部を介して操作者の体表面に伝え、超音波治療を可能とすることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項15】 請求項1記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上で振幅、周波数可変の振動を前記触感部を介して操作者の体表面に提示することで、操作者の機械受容器の性能、触覚弁別能、皮膚感覚特性の解析、診断を可能とすることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【請求項16】 請求項1、4、5、7、8、9、11、12、13、14又は15記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部は装着具であることを特徴とする弾性波を用いたコンピュータ入出力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータの入出力装置に係り、特に固体表面の粗さ、模様および力を擬似的に出力し、人の指の位置、大きさ、および向きを入力する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の振動型触覚ディスプレイは、可聴域周波数を用いたものが主であった。また、100kHz以下の超音波振動を用いて低摩擦感、あるいは単一微小突起感を提示するディスプレイが提案されていた(例

えば、特開平11-45147号公報、特開平11-110127号公報、特開平10-240431号公報、特開平6-149458号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらは時間周波数が低いため弾性振動の空間解像度が低く、皮膚接触面よりも微細なテクスチャ、表面粗さ感などの提示、すなわち表面の微小突起数が増加していくような触感の提示は不可能である。

【0004】また、超音波振動の発生にはランジュバン型振動子を用いるため駆動部が大きくなり、装置の小型化が困難な上、各種力覚提示システムへの装着、組み込みが困難である。

【0005】更に、出力装置のみとしてしか用いられていないため、人間のなぞり動作に応じた触覚提示を行うには、入力装置を別途用意し、手指を束縛してその運動を計測する必要があるが生じていた。

【0006】本発明は、かかる状況に鑑みて、従来、100kHz以下の駆動周波数を用いていた振動型触覚ディスプレイを、数MHz以上の弾性表面波、もしくはラム波を用いることで、皮膚接触面よりも微細な任意の表面形状を提示する出力装置と、人間の指の位置、姿勢、運動を計測する入力装置とを兼ね備えた装置を提供し、これにより、触覚を介した小型かつ簡便な弾性波を用いたコンピュータ入出力装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を発明するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、駆動検出用電極を備えた弾性波基板と、この弾性波基板上に配置される微小固体を有する触感部を備え、この触感部の上面のなぞり動作により前記弾性波基板表面の振動を操作者に伝えることにより出力装置として機能し、前記操作者の操作力が弾性波の伝搬に与える影響を電極により検出することにより入力装置として機能させることを特徴とする。

【0008】〔2〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波は弾性表面波又はラム波であることを特徴とする。

【0009】〔3〕上記〔2〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性表面波はレイリー波であることを特徴とする。

【0010】〔4〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動がこの弾性波基板上に励振する進行波であり、この進行波を前記触感部を介して操作者に伝達し、任意の固体表面をなぞったときに発生する力を擬似的に表現することを特徴とする。

【0011】〔5〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコ

ンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動がこの弾性波基板上に励振する進行波もしくは定在波による駆動力もしくは摩擦力の大きさの変化を前記触感部を介して操作者に伝達し、任意の固体表面の表面粗さを擬似的に表現することを特徴とする。

【0012】〔6〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記駆動検出用電極に印加される、駆動交流電圧の振幅に変調をかけて任意の振動振幅を励振することを特徴とする。

【0013】〔7〕上記〔6〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記駆動交流電圧の振幅変調の波形および周期を変化させて、任意の固体表面粗さを擬似的に表現することを特徴とする。

【0014】〔8〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動分布を時間的・空間的に変化させ、任意の固体表面模様を擬似的に表現することを特徴とする。

【0015】〔9〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で弾性波基板をなぞった際に、なぞる速度に応じて弾性波基板表面の振動分布を時間的に変化させ、任意の固体表面模様を擬似的に表現することを特徴とする。

【0016】〔10〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上に微小な振動領域を分布させて点字モニタとすることを特徴とする。

【0017】〔11〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で弾性波基板を押さえた際に、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、押さえる力の向きと大きさを入力することを特徴とする。

【0018】〔12〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部で弾性波基板を押さえた際に、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、押さえている弾性波基板表面の位置を入力することを特徴とする。

【0019】〔13〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、任意の固体を弾性波基板に押さえつけ、伝搬する弾性波の減衰および反射を電極により検出し、固体表面の剛性もしくは弾性を入力することを特徴とする。

【0020】〔14〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板表面の振動を前記触感部を介して操作者の体表面に伝え、超音波治療を可能とすることを特徴とする。

【0021】〔15〕上記〔1〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記弾性波基板上で振幅、周波数可変の振動を前記触感部を介して操作者の体表面に提示することで、操作者の機械受容器の性能、触覚弁別能、皮膚感覚特性の解析、診断を可能とするこ

とを特徴とする。

【0022】〔16〕上記〔1〕、〔4〕、〔5〕、〔7〕、〔8〕、〔9〕、〔11〕、〔12〕、〔13〕、〔14〕又は〔15〕記載の弾性波を用いたコンピュータ入出力装置において、前記触感部は装着具であることを特徴とする。

【0023】上記のように、

〔A〕弾性波基板上の触感部に高い剛性をもった微小固体を備え、弾性波基板表面に弾性波の進行波を励振し、振動による駆動力を触感部表面に摩擦力を介して伝達し、操作者の体表面に刺激として与え、任意の固体表面の粗さ及び形状を擬似的に表現することができる。

【0024】〔B〕操作者が実際に表面粗さを持った触感部表面をなぞった際に感ずる微小振動と同じ周波数で、弾性表面波が生じる駆動力に対して変調をかけ、周期的な駆動力の変化によって任意の固体表面の粗さを擬似的に表現することができる。

【0025】〔C〕上記〔A〕の弾性波基板表面に定在波を励振した場合、定在波の振幅または有無に応じて基板表面の見かけ上の摩擦係数が変化する。定在波の励振を制御することにより、任意に摩擦係数を変化させ固体表面の粗さを擬似的に表現することができる。

【0026】〔D〕弾性波基板表面に振動を平面上に分布させ、発生する駆動力に空間的な分布を与え、任意の固体表面の形状を擬似的に表現することができる。

【0027】〔E〕弾性波基板表面にトランスデューサ電極を対向して配置し、片方の電極より弾性波を微小時間励振し、触感部表面の高い剛性をもった微小な固体が伝搬する弾性波に与える影響による弾性波の反射及び減衰を対向して配置された電極により検出し、触感部の電極に対する相対位置及び接触圧力を検出し、計算により指の運動を検出することができる。

【0028】〔F〕上記〔E〕の対向電極を並列に配置することにより、弾性波基板上での位置を検出ことができ、コンピュータ内での計算により指の運動、姿勢を検出することができる。

【0029】〔G〕上記〔F〕の対向電極列を直交配置することで、それぞれの駆動用電極から連続的に弾性波を放出し、検出用電極において弾性波の減衰を観察し、減衰を観測した電極対の交差により、指の2次元平面内の位置を知ることができる。

【0030】〔H〕操作者の指に上記〔A〕の触感部を設け、弾性波基板を用いて指に振動を与え、振動の刺激の強弱などにより、疲労度を検査し、振動により指を刺激してリラクゼーション効果を誘発し、また、操作者の機械受容器の性能、触覚弁別能、皮膚感覚特性の診断を行うことができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0032】図1は本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その1）である。

【0033】弾性波基板10の表面に弾性波を励振する駆動用電極1が配置されている。その駆動用電極1にその幾何形状で決定される周波数の交流電圧を印加すると、弾性波の進行波が励振されて、弾性波基板10の長手方向に伝搬する。弾性波が励振されている状態で、触感部（装着具）11（図6参照）を介して駆動用電極1以外の基板表面に触ると、弾性波の振動が超音波モータと同様に水平方向の駆動力として伝達し、指がせん断力を受け、弾性波が励振されていない状態ではせん断力を受けない。また、弾性波が励振されている時、基板表面波は微小に振動しているため、摩擦係数は見かけ上小さくなり、弾性波が励振されていない状態では大きくなる。

【0034】印加する交流電圧に対して、ある周期のパルス波により変調をかけることで、基板表面の波動の励振に時間的な分布ができ、指がせん断力を受けかつ基板表面の摩擦係数が小さくなる瞬間と、指がせん断力を受けず、かつ基板表面の摩擦係数が大きくなる瞬間とが分布される。弾性波としてレイリー波を用いた場合、伝搬速度が4000m/sと速いので指の大きさの範囲であれば、上記の分布は一樣に出てくる。この結果、触感部11を介して弾性波基板10に触っている状態、もしくは弾性波基板10をなぞっている状態において、指が固体表面をなぞったときの感覚を擬似的に表現することができる。また、このパルス波の周波数及びデューティ比を適切に選択することで、任意の表面粗さの固体表面をなぞった時の感覚を擬似的に表現することが可能である。さらに、駆動用電極1に交流電圧が印加されていない時間を利用して触感部11により反射された弾性波の受波を行う。弾性波の送出を停止してから反射波を受波するまでの時間と反射波の強度を計測することで、触感部11と駆動用電極1の相対距離及び触感部の接触圧力を知ることができ、弾性波基板10と1個の駆動用電極の組み合わせだけでもコンピュータ入出力装置とすることは十分である。

【0035】図2は本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その2）である。

【0036】弾性波基板10の表面に弾性波を励振する駆動用電極1、2が対向配置されている。駆動用電極1、2に同時に交流電圧を印加すると、対向する駆動用電極1、2の間で弾性波の定在波が励振される。弾性波の定在波が励振されている時、基板表面は微小に振動しているため、触感部11（図6参照）は鉛直方向の微小な力を受け、摩擦係数は見かけ上小さくなる。反対に弾性波の定在波が励振されていない状態では触感部11は力を受けず、基板表面の見かけ上の摩擦係数は大きくなる。

る。上記と同様に駆動用電極1, 2に印加する交流電圧をパルス波で変調することで、基板表面の見かけ上の摩擦係数を連続的に変化させることができ、触感部11を介して基板表面をなぞると表面粗さの粗い固体表面をなぞったような感覚を覚える。

【0037】図3は本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図(その3)である。

【0038】この図において、弾性波基板10の表面に対向配置された駆動用電極1, 2の背後に反射器41, 42を配置することによって、機械的エネルギーを弾性波基板表面に閉じ込めることができ、より少ない電気エネルギーで弾性波の定在波を励振することができる。この場合、弾性波駆動用の駆動用電極1, 2とは別に検出用電極40を設ける。この検出用電極40には駆動周波数とは異なる交流電圧で弾性波を励振する。すると反射器41, 42は検出用の弾性波には同調しないので、反射器として機能せず、検出用電極40から送出された弾性波は進行波となる。よって、上記と同様の原理により、触感部11で触れている位置と強さを検出することができる。

【0039】図4は本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図(その4)である。

【0040】図4において、51は湾曲した弾性波基板を示している。この基板表面に予め触感部52を取り付けておき、電極部分は絶縁体で覆っておく。すると、触感部52の部分を身体の任意の部分に押し当てることができ、指先に限らず身体の任意の部分に情報を出力することができるようになる。

【0041】操作者の体表面に上記した触感部52を装着し、弾性体基板51を用いて振動の振幅、周波数を変化させて体表面に提示することで、機械受容器の特性を解析するための刺激提示装置として用いることができ、さらに、皮膚中に存在する機械受容器の性能の診断、触覚弁別能の計測による触覚に関する神経系、中枢系の診断を行うことができる。

【0042】図5は本発明の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図、図6は人間が装着し、これを介して弾性波基板と接触する触感部を有する装着具の斜視図である。

【0043】これらの図において、弾性波基板10のx軸方向(左右方向)の両側に第1の駆動用電極1と第2の駆動用電極2とが配置され、その駆動用電極1の背部には入力用電極3、その駆動用電極2の背部には入力用電極4が設けられている。

【0044】また、弾性波基板10のy軸方向(上下方向)の両側に第1の駆動用電極5と第2の駆動用電極6とが配置され、その駆動用電極5の背部には入力用電極7、その駆動用電極6の背部には入力用電極8が設けら

れている。

【0045】第1、第2の駆動用電極1, 2に駆動高周波電源15を接続し、その駆動用電極ピッチで決まる共振周波数、数MHzから数100MHzの振動を用いて駆動する。例えば、両端から同相で50MHzを5波分程度信号を入力すれば、波動は弾性波基板10において中央部で出会い、(基板長さ)/(レイリー波速度)= $0.02/4000$ (sec)後に他端に到着して吸収される。従って、 $4000/0.02=200$ (kHz)で5波入力を繰り返せば、弾性波基板10の中央部に200(kHz)で明滅する、領域幅 $80\mu\text{m}\times 5\text{波}=400\mu\text{m}$ の、大振幅振動領域が発生することになる。

【0046】この振動領域は、両端からの入力を調整することで、任意の場所に生成することができる。また、連続的移動も可能である。

【0047】従って、1次元では、 $2[\text{cm}]/400[\mu\text{m}]=50$ 領域を順に振動領域とすることができ、この時全領域をスキャンする周波数は、 $200(\text{kHz})/50=4(\text{kHz})$ となり、人間には全領域が同時に振動領域となっていることと等価となる。更に、 $2\text{cm}\times 2\text{cm}$ の弾性波基板10の2次元領域で考えれば、 $400\mu\text{m}\times 400\mu\text{m}$ を1ドットとし、50ドット \times 50ドットの任意領域に振動領域を発生させることができる。

【0048】以上のことから、空間解像度 $400\mu\text{m}$ で任意の2次元位置に大振幅領域を発生させることが可能となる。

【0049】従来見られる振動ピンのマトリクス状配置による振動型触覚提示装置におけるピン間隔は高々1mm程度であったが、本発明の弾性波を用いる方法では空間解像度を1mm以下とすることができ、振動領域の連続的移動が可能であるという特徴を有する。空間解像度は、駆動周波数を高めることにより、さらに高めることができる。

【0050】以下、この弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の動作について説明する。

【0051】上記のような弾性波が発生している弾性波基板10上を図6に示すような多数の微小鋼球12(例えば、 $\phi 800\mu\text{m}$ 鋼球)を有する触感部11を介して操作者が指でなぞる。

【0052】この触感部11は、多数の微小鋼球(例えば、 $\phi 800\mu\text{m}$ 鋼球)12を、剛性の低い弾性薄膜(例えば、両面テープ)13上に付着させた構成である。この微小鋼球12の径は、提示したい物体表面形状の空間解像度により決定する。

【0053】図7は本発明の他の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板とコンピュータとの接続状態を示す図である。ただし、弾性波基板は拡大して示されている。

【0054】この図において、20はドライバ、21は弾性波基板、22、23、24、25は駆動用電極、26、27、28、29は入力（位置計測）用電極、30は検波回路、31はADコンバータ、32はコンピュータである。

【0055】そこで、駆動用電極22、23、24、25に入力用電極26、27、28、29を追加して、その入力用電極26、27、28、29の列を直交配置し、ドライバ20を介して、駆動用電極22、23、24、25より連続的に弾性波を送出することにより、入力用電極26、27、28、29における減衰を観測することで、指の位置を連続して知ることができる。これにより、コンピュータ32への位置入力装置が実現されたとともに、位置情報により出力する触覚情報を変化させることにより、人間を拘束することなく指先の位置を入力として受け、同時に物体形状等を触覚情報として出力する小型のコンピュータインターフェース装置とすることができる。

【0056】図8は本発明の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置により指先皮膚表面に発生する、時間変調可能な分布摩擦力（せん断力）の説明図であり、図8（a）は振動オフ時、図8（b）は振動オン時をそれぞれ示している。

【0057】図8（a）に示すように、弾性波基板10の非振動領域と触感部11の微小鋼球12が接触する際には動摩擦力14が発生し、皮膚表面上の微小鋼球12位置に水平方向にこの動摩擦力14'が加わる。

【0058】一方、図8（b）に示すように、弾性波基板10の振動領域と触感部11の微小鋼球12が接触する際には、超音波振動体との接触による接触時間の減少、および超音波振動体との接触によるスクイズ力の発生に伴う見かけ上の押さえ付け力の減少により摩擦力18が減少し、皮膚表面上の微小鋼球12位置に水平方向に作用する摩擦力が減少する。なお、16はレイリー波波頭駆動力、19はなぞり方向を示す矢印である。

【0059】従って、微小鋼球12として、例えば直径400 μ mの微小鋼球を用いれば、皮膚表面上400 μ mの解像度で分布する駆動力を、その振幅は弾性波振幅により、その時間波形は弾性波の変調波形により、任意に変化させることができる。

【0060】これにより、任意の物体表面をなぞった際に皮膚表面に発生する水平力分布を発生させることができる。また、振動領域を移動させれば、指は静止させたまま、対象側がなぞるような受動触状態を提示できる触覚出力装置を提供することができる。

【0061】更に、入力用電極3から、出力用弾性波周波数の3倍程度の駆動周波数、出力用弾性波振幅の10分の1程度の振幅をもつ弾性波を位置計測用弾性波として微小時間入力する。入力用電極3においては触感部1

1による反射波が検出され、弾性波を送出してから反射波を受信するまでの時間より触感部11の2次元的な位置を検出することができる。入力用電極4においては、触感部11が接触している領域を通過した弾性波の減衰が検出されるから、触感部11の弾性波基板10に対する接触圧力、もしくは接触面積が計測され、指の運動とその向き及び姿勢を検出することができる。

【0062】また、触感部（装着具）の代わりに任意の固体を上記のコンピュータインターフェース装置の弾性波基板表面に押し付け、その際、入力用の弾性波を励振すると、固体表面の弾性に応じて弾性波が減衰し、この固体の基板への接触面積が既知であれば、固体接触部分を透過した弾性波を検出することで固体表面の弾性もしくは剛性を検出することができる。

【0063】更に、上記の弾性波基板と触感部をそのまま流用し、指に微小な振動を与えてその感度を操作者に認識させることで、コンピュータが操作者の疲労度を測定することもできる。

【0064】また、振動出力が触感部（装着具）に物理的な刺激を与えることにより、リラクゼーションの誘発やつば刺激による治療も可能である。利用する弾性波としては、振動特性や温度特性に優れ、素子の高機能化に適するニオブ酸リチウムなどの単結晶上の弾性表面波、もしくは、シリコン基板の薄膜構造を利用することにより、ラム波を用いることができる。

【0065】なお、上記実施例における触感部の微小鋼球に代えて、剛性が高いものであれば、他の微小固体（微小硬球を含む）をも用いることができる。

【0066】上記したように、本発明は、弾性表面波もしくはラム波を用い、触覚を介した新しいコンピュータ入出力装置を提供することができる。

【0067】本発明によれば、図5に示したように、弾性波素子部は、弾性波基板10上に設けられた駆動用電極（1、2、5、6）と入力用電極（3、4、7、8）により構成される。駆動用電極（1、2、5、6）は、駆動用の高周波電源15に接続され、電極の幾何形状により決定される共振周波数の正弦波を搬送波とする時間変調信号で駆動される。電極の片側（1および5、または2および6）のみを駆動すれば、弾性波基板上に進行波が、電極の両側（1および2および5および6）を駆動すれば弾性波基板上に定在波が励振される。

【0068】触感部11を介して操作者の指を基板に接触させると、時間変調信号の振幅が小さい期間においては基板と微小固体（例えば、微小鋼球）との間に摩擦力が発生するが、時間変調信号の振幅が大きい期間においては、超音波振動体との接触による接触時間の減少、および進行波の場合は波頭の波頭による水平方向駆動力の伝達の2点により、基板と微小固体の摩擦力が減少する。従って、指先の皮膚表面に離散的に分布し、せん断方向に作用する時間変調可能な振動源が発生する。この

振動源が、任意の物体表面をなぞったときに皮膚表面に発生する振動源と同等の効果をもたらす、表面粗さ感が操作者に出力される。

【0069】入力用電極（3，4，7，8）においては、触感部11と弾性波基板10との接触による弾性波の反射を検出し、弾性波を送出してから反射波を受信するまでの時間から接触位置を検出し、弾性波の減衰を検出して触感部11の接触圧力もしくは接触面積を算出して位置情報をもとに指の運動及び姿勢を検出する。入力用電極（3，4，7，8）対の列を直交配置した場合、対の片方の電極から連続して弾性波を送出し、もう片方の電極で減衰を観測する。

【0070】直交配置しているので、それぞれの軸で減衰を観測した電極対を重ね合わせると2次元平面内の指の位置を知ることができる。また、指先の位置を入力すると同時に、位置情報を出力にフィードバックし、人間の運動に応じた触覚情報を伝達するインタラクティブなコンピュータ入出力装置とすることができる。

【0071】装着具と同様に任意の固体を弾性波基板表面に押しつけると、上記の入力方法と同様の原理により、伝搬する弾性波の減衰を検出することで、固体表面の弾性、もしくは剛性を知ることができる。装着具を装着している部分に微小な振動を与え、装着者の振動に対する感度を測定することで疲労度を計測することができる。逆に、弾性波基板による任意の振動が操作者に対する物理的な刺激になり、結果的に治療を行うこともできる。

【0072】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から除外するものではない。

【0073】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0074】（1）従来、100kHz以下の弾性振動を用い、操作者の指の接触位置、運動計測は別途行わざるを得なかった触覚提示装置を、数MHz以上の高周波弾性表面波もしくはラム波を用いることで、接触位置を計測すると同時にこれに応じた任意の物体表面粗さ感を触覚として提示するコンピュータ入出力装置として実現可能とした。これにより、触覚提示物体の高空間解像度化、触覚提示物体の任意性の著しい増加を図ることができる。

【0075】（2）更に、触覚を提示する出力部とともに、操作者の手指を非拘束で位置計測する入力部も一体化することができるため、小型かつ簡便なコンピュータ入出力装置とすることができる。

【0076】これにより、更にシステムとしての性能の向上を図ることができる。

【0077】（3）また、弾性振動による触覚の入出力

を通して、操作者の疲労度検査やリラクゼーション効果の誘発、機械受容器特性の診断に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その1）である。

【図2】本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その2）である。

【図3】本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その3）である。

【図4】本発明の基本的な実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図（その4）である。

【図5】本発明の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板と電極配置を示す図である。

【図6】本発明の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の操作者が指先に装着する触感部を示す斜視図である。

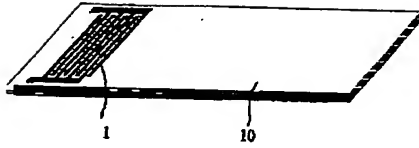
【図7】本発明の他の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置の弾性波基板とコンピュータとの接続状態を示す図である。

【図8】本発明の実施例を示す本発明の実施例を示す弾性波を用いたコンピュータ入出力装置により指先皮膚表面に発生する、時間変調可能な分布摩擦力（せん断力）の説明図である。

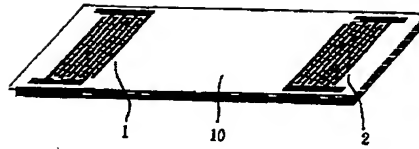
【符号の説明】

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1, 2, 5, 6, 22, 23, 24, 25 | 駆動用電極 |
| 3, 4, 7, 8, 26, 27, 28, 29 | 入力（位置計測）用電極 |
| 10, 21 | 弾性波基板 |
| 11, 52 | 触感部（装着具） |
| 12 | 微小鋼球（微小固体） |
| 13 | 弾性薄膜（両面テープ） |
| 14, 14' | 動摩擦力 |
| 15 | 駆動高周波電源 |
| 16 | レイリー波波頭駆動力 |
| 18 | 摩擦力 |
| 19 | なぞり方向を示す矢印 |
| 20 | ドライバ |
| 30 | 検波回路 |
| 31 | ADコンバータ |
| 32 | コンピュータ |
| 40 | 検出用電極 |
| 41, 42 | 反射器 |
| 51 | 湾曲した弾性波基板 |

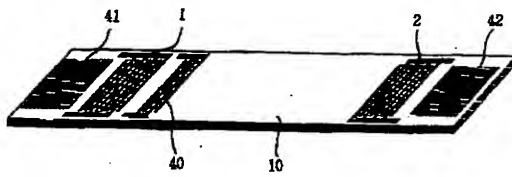
【図1】



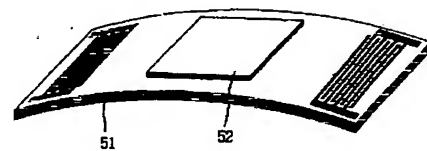
【図2】



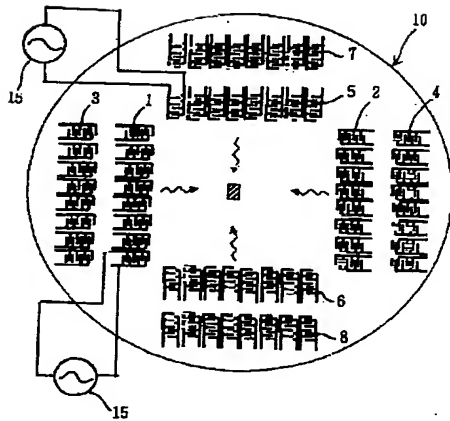
【図3】



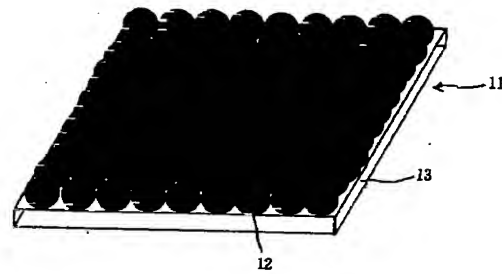
【図4】



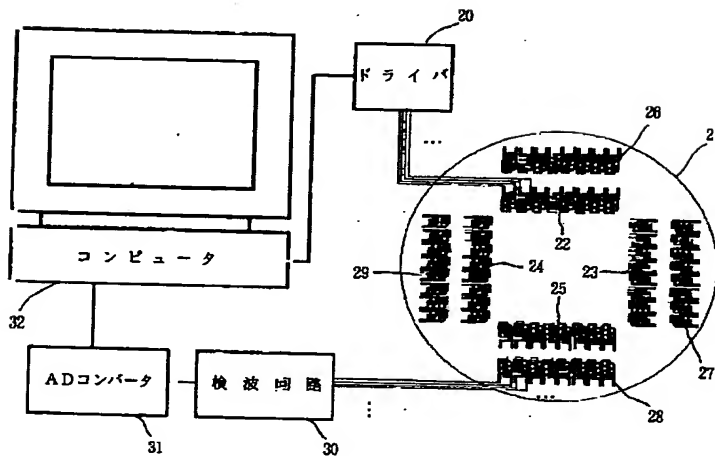
【図5】



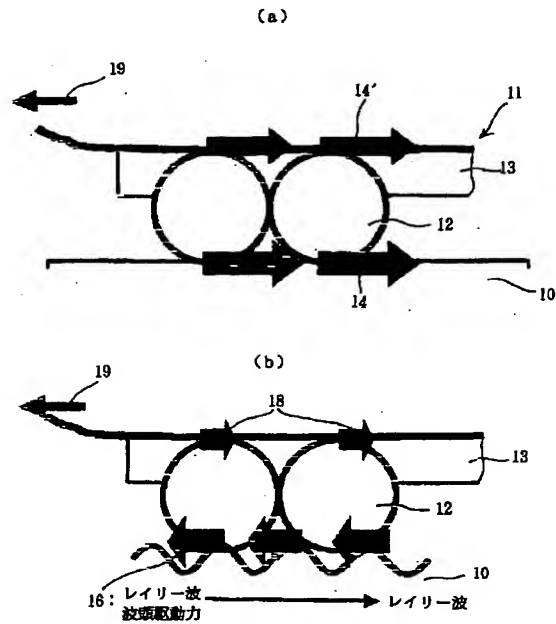
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B068 AA04 AA21 BB22 BC07 BC13
BD11 BD18 BE06 BE11 CD00
DE11
5B087 AA02 AA06 AB12 BC12 BC13
BC16 BC19 BC26 BC31 DD03
DE00
5E501 AA25 AC37 BA11 CB07 CC20
EA02 FA31

THIS PAGE BLANK (USPTO)